

ЕДИНАЯ ГИДРО-МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКАЯ СЛУЖБА СССР
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

ИССЛЕДОВАНИЯ МОРЕЙ СССР

ПОД РЕДАКЦИЕЙ
проф. К. М. ДЕРЮГИНА

ВЫПУСК 24

РЕДАКЦИОННО-ИЗДАТЕЛЬСКИЙ ОТДЕЛ ЦУЕГМС
ЛЕНИНГРАДСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
ЛЕНИНГРАД 1936

ВВЕДЕНИЕ

Карские Ворота — широкий и короткий пролив с весьма сложным рельефом дна и изрезанными берегами соединяет два огромных и резко различных в гидрологическом отношении бассейна. Гидрологический режим пролива отличается значительной сложностью, обусловленной взаимодействием как бы сталкивающихся в проливе весьма разнородных влияний Карского и Баренцева морей. Изменчивость и неисследованность течений, достигающих в известные моменты значительных скоростей, сочетаясь с малой изученностью рельефа дна пролива, создали обстановку, препятствующую использованию последнего в целях мореплавания, несмотря на то, что в навигационном отношении Карские Ворота имеют некоторые бесспорные преимущества перед другими новоземельскими проливами. С научной точки зрения большой интерес представляет выявление роли Карских Ворот в проблеме общего водообмена соприкасающихся через пролив морей.

Началом изучения гидрологии Карских Ворот следует считать 1832 г., когда штурманом Пахтусовым, во время зимовки в губе Каменке были проведены наблюдения над колебаниями уровня и определен прикладной час.

Далее, после большого перерыва, в 1901 г., экспедиция Главного гидрографического управления на э/с „Пахтусов“, работавшая в восточной части Баренцева моря, выполнила первую гидрологическую станцию в проливе. В августе 1920 г. экспедиционное судно Главного гидрографического управления „Таймыр“ выполнило в проливе две суточных станции наблюдений над течениями, результаты которых опубликованы В. Ю. Визе в „Материалах по изучению Арктики“ (вып. 6, 1934 г.), после чего гидрологические работы в Карских Воротах не производились до 1925 г., когда Институтом по изучению Севера в план работ Новоземельской экспедиции было включено гидрологическое обследование пролива, частично и выполненное в 1925 и 1927 гг. э/с Института „Эльдин“.

В плавание 1925 г. удалось выполнить поперечный разрез через Карские Ворота, расположенный, примерно, от о-ва Большого Логинова к о-ву Чирачьюму и состоящий из трех суточных станций. В плавание 1927 г. „Эльдин“ повторил тот же разрез. Некоторые результаты этих работ опубликованы в Трудах Института по изучению Севера в статье В. В. Тимонова: „Предварительные сообщения о гидрологических работах Новоземельской экспедиции в 1925 и 1927 гг.“ (вып. 40).

В том же 1927 г. экспедиция Гос. океанографического института, работавшая в Карском море на э/с „Персей“, выполнила в Карских Воротах три эпизодических станции, краткое изложение результатов обработки которых дано В. А. Васнецовым в статье: „К гидрологии Карского моря“, опубликованной в Трудах Гос. океанографического института, т. I, вып. 2—3.

В 1932 г. Гос. гидрологическим институтом, в порядке продолжения работ Института по изучению Севера, была организована экспедиция, имевшая целью специальное изучение гидрологического режима Карских Ворот. Общее руководство экспедицией осуществлялось капитаном дальнего плавания Ю. К. Петровым, руководство гидрологическими работами было возложено на автора.

Вследствие непригодности намечавшегося вначале для работ судна экспедиция задержалась в Архангельске и вышла в море на п/м боте "Североид № 5" лишь 1 сентября. 6 сентября экспедиция прибыла в бухту Варнека и после шестисуточной задержки, вызванной необходимостью ремонта двигателя, вышла Югорским Шаром в Карское море и направилась далее к району работ. В Карские Ворота экспедиция прибыла 14 сентября.

Погода мало благоприятствовала работам и за время с 14 по 28/IX удалось выполнить лишь три полусуточных станции, расположенных по разрезу о-в Б. Воронов — губа Каменка, по направлению и положению станций, примерно совпадающему с разрезами 1925 и 1927 гг. Координаты станций даны в табл. 1.

Таблица 1

№ станции	Дата	Место станции	
		φ N	λ E
1	18/IX	70°33'5	57°51'
2	20/IX	70°30'5	57°58'
3	22/IX	70°28'5	58°08'

Работы на станциях производились непрерывно в течение 13 час., т. е. в течение полной полусуточной фазы.

На станциях разреза наблюдались:

1) Элементы течения, ежесменно по горизонтам 0,25 и 80 м (на станции 1—15 и 100 м).

2) Каждые два часа выполнялась батометрическая серия, при которой наблюдалась температура и брались пробы воды для последующего химического анализа на горизонтах, установленных для подобных районов комиссией по проведению II МПГ, т. е. 0, 5, 10, 15, 25, 50, 75 и 100 м, с дополнением некоторых горизонтов, необходимых для более точного определения слоя раздела обращающихся в проливе разнородных вод. Температура наблюдалась при помощи опрокидывающихся глубоководных термометров, изготовленных Производственным отделом Гос. гидрологического института, которые, в общем работая удовлетворительно, при отрицательных температурах часто не давали отрыва столбика ртути, затягивая наблюдения и тем самым понижая их качество. Во взятых пробах определение $\text{Cl}^{\circ}/\text{oo}$ производилось титрованием по Мору; S°/oo вычислялась по таблицам Кнудсена. Большая часть анализов проб воды на $\text{Cl}^{\circ}/\text{oo}$ была выполнена по возвращении экспедиции в Гидрохимической лаборатории ГГИ, анализ же части проб, взятых в начале первой станции, был выполнен гидрохимиком экспедиции в походной судовой лаборатории. Каждая серия предварялась определением цвета морской воды по шкале Фореля-Уле и определением прозрачности диском Секки. Всего на трех станциях было произведено 150 наблюдений над течениями и 145 определений температуры и солености.

24 сентября, вследствие наступления штормовых погод и малой приспособленности судна экспедиции к самостоятельным морским переходам

в осеннеое время, работы были свернуты, и экспедиция направилась в Архангельск.

Полученный в результате работ материал имеет рекогносцировочное значение и дает лишь приближенное представление о характере взаимодействия различных факторов, формирующих гидрологический режим пролива; но, принимая во внимание полную неосвещенность гидрологии последнего, обработка материала, собранного экспедицией, представляет определенный интерес с научной точки зрения и имеет известное значение с практической стороны, позволяя более правильно подойти к планированию широких исследовательских работ, намечающихся к осуществлению в Карских Воротах системой Главного управления северного морского пути.

Гидрологические материалы по станциям разреза о-в Б. Воронов — губа Каменка приведены в табл. 2 и 3. Время наблюдений в таблицах указано по IV поясу.

Течения

На станциях рассматриваемого разреза (о-в Б. Воронов — губа Каменка) течения наблюдались непрерывно в продолжение 13 часов по горизонтам 0,15 и 100 м на станции 1 и 0,25 и 80 м на станциях 2 и 3, при интервале между отдельными наблюдениями, равном в среднем 40 мин. Все наблюдения как на поверхности, так и на глубинных горизонтах выполнялись вертушкой Экман-Мерца.

Искажения результатов наблюдений, возможные за счет подпора, вызываемого корпусом судна, в нашем случае не имели места, так как работы на станциях производились в штилевой обстановке, лишь изредка нарушающей весьма слабыми юго-восточными ветрами, благодаря чему судно всегда имело возможность беспрепятственно разворачиваться по течению на носовом якоре, работы же с вертушкой производились с носовой части судна при значительном выносе, придаваемом прибору. Девиация компаса, будучи весьма малой, также не могла сколько-нибудь значительно влиять на результаты наблюдений. Наблюдения производились вертушкой, протарированной, как обычно, до и после работ в Исследовательском бассейне Научно-исследовательского института военного кораблестроения.

По времени станции разреза оказались разделенными друг от друга, примерно, полуторасуточными промежутками. Станция 1, выполненная 18 сентября, пришлась на день с амплитудой прилива, превышающей среднюю и не достигающей величины средней сизигийной амплитуды (момент сизигии 14/IX). Станции 2 и 3, выполненные 20 и 22 сентября, также пришлись на дни с амплитудой прилива выше средней. Таким образом с небольшим допущением все станции разреза можно считать выполненными в условиях, в общем равнозначных по отношению к приливу.

Расположение станций в проливе дано на рис. 1 (стр. 196).

Обработка наблюдений над течениями, слагающаяся из определения для каждого горизонта каждой станции скорости и направления, непосредственно наблюдавшихся (суммарных), и приливо-отливных течений на каждый целый час относительно момента полной воды в бухте о-ва Б. Воронова, а также из вычисления элементов постоянных за время наблюдения течений осуществлялась по схеме, описанной В. Рождественским в статье: "Некоторые данные о приливо-отливных течениях в горле Белого моря" (Записки по гидрографии", т. LXVI, 1929).

Изучение наблюдавшихся на станциях разреза течений (табл. 4) указало на значительное различие в режиме скоростей течений всех трех станций. На станции 3, расположенной в южной половине пролива, абсолютные величины скоростей несколько больше, чем на других станциях,

Температура и соленость
Станция 1
18/IX 1932 г.
 $\varphi = 70^{\circ}33', 5$ N; $\lambda = 57^{\circ}51'$ E
Общая глубина 109 м

Таблица 2

Станция 2

20/IX 1932 г.

$\varphi = 70^{\circ}30', 5$ N; $\lambda = 57^{\circ}58'$ E

Общая глубина 90 м

Глубина	Время часы, мин.	t° C	S ⁰ /oo	Примечания	Глубина	Время часы, мин.	t° C	S ⁰ /oo	Примечания
0	6-50	2,8	33,69		0	16-26	3,8	34,04	Прозрачность 15,0 м Цвет V
5	7-05	2,29	34,22	16,0 м (диск Секки) Цвет VI (шкала Фореля-Уле)	5	16-35	3,90	34,04	
10	7-53	2,12	34,31	Погружение диска 5 м	10	16-54	2,85	33,96	
15	8-35	1,19	34,49		15	17-14	0,43	34,22	
20	9-29	0,32	34,49		25	17-36	0,56	34,22	Сост. моря: зыбь 16.
25	8-09	0,41	34,49		50	17-54	-0,17	34,40	Темпер. возд. 5,5°
50	8-49	-0,07	34,49	Сост. моря: слаб. зыбь	75	18-13	-0,40	34,40	Атм. давл. 749,2
75	9-07	-0,19	34,49	Темпер. возд. 4,7°	100	18-33	-0,41	34,49	
100	9-51	-0,17	34,49	Атм. давл. 747,4					
108	10-13	-0,18	34,44						
0	10-30	1,4	—	Прозрачность 11,5 м Цвет V	0	18-50	4,3	33,87	Прозрачность 13,0 м Цвет IV
5	10-48	1,33	34,31		5	19-00	3,56	34,04	
10	10-18	1,29	34,22		10	19-28	1,97	34,13	
15	11-42	0,68	34,31	Ветер: SSE 3 м/сек	15	19-43	1,59	34,16	Ветер: штиль
25	11-57	0,61	34,49	Сост. моря: зыбь 16.	25	20-01	0,84	34,22	Сост. моря: слаб. зыбь
50	12-15	-0,13	34,49	Темпер. возд. 5,3°	50	20-18	-0,07	34,54	т возд. 5,5°
75	12-40	-0,20	34,49	Атм. давл. 747,7	75	20-34	-0,15	—	Атм. давл. 749,8
100	13-09	-0,22	34,49		100	20-55	-0,17	34,54	
0	14-13	4,6	33,93	Прозрачность 14,0 м Цвет IV	0	21-00	4,3	33,96	
5	14-23	2,83	—		5	21-20	3,20	33,96	
10	14-38	1,45	34,22		10	21-35	1,57	34,22	Ветер: штиль
15	14-58	0,63	34,22		15	21-53	1,50	34,31	
25	15-13	0,54	34,31	Сост. моря: зыбь 16.	25	22-11	1,24	34,31	Темпер. возд. 4,5°
50	15-30	-0,17	34,40	Темпер. возд. 5,5°	50	22-27	-0,08	34,22	Атм. давл. 750,1
75	15-50	-0,32	34,49	Атм. давл. 748,9	75	22-48	-0,16	34,49	
100	16-05	-0,35	34,49		100	23-10	-0,17	—	

Глубина	Время часы, мин.	t° C	S ⁰ /oo	Примечания	Глубина	Время часы, мин.	t° C	S ⁰ /oo	Примечания
0	10-30	5,8	34,23	Прозрачность 28,0 м Цвет V	0	16-46	4,1	33,78	Прозрачность 19,0 м Цвет V
5	10-38	5,81	34,13		5	16-57	3,79	—	
10	10-55	5,77	34,20		10	17-14	3,77	33,78	
12,5	12-04	4,19	34,67		15	17-27	2,77	—	
15	11-10	4,45	34,51	Ветер: SE слаб.	25	17-39	1,77	33,78	Ветер: SE 3,5 м/сек
25	11-28	3,41	34,61	Сост. моря: зыбь	50	17-54	0,36	33,51	
50	11-49	0,40	34,67	Темпер. возд. 5,5°	75	18-25	-0,05	—	Темпер. возд. 5,0°
75	12-18	0,20	34,67	Атм. давл. 762,3	85	16-38	-0,07	—	Атм. давл. 762,0
85	12-37	0,24	34,65						
0	12-50	5,8	34,34	Прозрачность 28,5 м Цвет V	0	18-47	4,2	—	Прозрачность 15,0 м Цвет V
5	12-58	5,67	34,42		5	18-55	4,26	—	
10	13-08	5,45	34,43		10	19-12	3,75	33,60	
12,5	13-22	5,38	34,45		15	19-27	3,07	34,04	
15	13-36	5,39	34,52	Сост. моря: штиль	25	19-41	1,27	—	Ветер: ESE 3,9 м/сек
25	13-52	2,57	34,58	Темпер. возд. 5,2°	50	20-01	0,38	34,22	Сост. моря: волнение 2 б.
50	14-10	0,26	34,78	Атм. давл. 762,5	75	20-19	0,02	34,40	Темпер. возд. 4,5°
75	14-28	-0,05	34,81		85	20-40	0,04	34,40	Атм. давл. 761,2
85	14-49	-0,08	34,90						
0	14-52	5,6	34,20	Прозрачность 28,0 м Цвет V	0	20-45	3,9	33,60	
5	15-08	5,50	34,22		5	21-08	3,82	33,93	
10	15-24	5,11	34,31		10	21-24	3,05	34,13	
15	15-37	3,69	34,38		15	21-39	2,31	—	Ветер: ESE 4,3 м/сек
25	15-50	1,76	34,56	Ветер: SE 2 м/сек	25	21-55	1,45	34,18	Сост. моря: волнение 2 б.
50	16-04	0,31	34,61		50	22-08	0,12	34,34	Темпер. возд. 4,4°
75	16-23	-0,16	34,72	Темпер. возд. 4,9°	75	22-25	0,11	34,40	Атм. давл. 761,4
85	16-40	-0,16	34,81	Атм. давл. 762,4	85	22-42	0,14	—	

Таблица 3

Станция 3

22/IX 1932 г.

 $\varphi = 70^{\circ}28'5'' \text{N}$; $\lambda = 58^{\circ}08' \text{E}$

Общая глубина 89 м

Глубина	Время часы, мин.	$t^{\circ} \text{C}$	$S^{0/00}$	Примечания	Глубина	Время часы, мин.	$t^{\circ} \text{C}$	$S^{0/00}$	Примечания
0	7-00	5,2	—	Прозрачность 13,0 м Цвет VII	30	13-32	0,78	33,96	Темпер. возд. 7,3°
5	7-28	5,60	33,33		35	13-12	0,84	33,96	Атм. давл. 751,5
10	7-48	5,92	33,51		50	14-31	0,30	33,46	
15	8-02	5,92	—		75	14-50	0,02	34,22	
25	8-39	6,02	33,96	Ветер: слабый ESE	85	15-13	-0,07	34,22	
35	9-10	4,43	33,87	Сост. моря: зыбь 26.	0	15-48	6,2	34,04	
50	8-53	1,39	33,96	Темпер. возд. 6,9°	5	15-58	6,18	34,04	
75	9-28	0,60	34,22	Атм. давл. 752,3	10	16-11	6,10	—	
85	9-46	0,15	32,16		25	16-24	6,02	33,96	Ветер: слабый E
0	9-55	—	32,81	Прозрачность 12,0 м Цвет VIII	27,5	16-58	2,80	34,04	Сост. моря: зыбь 16.
5	10-08	5,26	32,81		30	17-14	2,44	34,13	Темпер. возд. 7,1°
10	10-28	4,53	33,08		35	16-42	0,62	34,96	Атм. давл. 751,9
25	10-44	5,73	33,69		50	17-29	-0,04	—	
35	10-19	1,10	33,87	Ветер: слабый SSE	75	17-44	-0,22	34,25	
50	11-02	3,63	33,87	Сост. моря: зыбь 26.	85	18-02	-0,37	—	
75	11-38	0,62	34,22	Темпер. возд. 7,0°	0	18-05	5,9	—	
85	11-58	-0,21	—	Атм. давл. 751,7	5	18-22	5,97	33,69	
0	12-10	5,8	32,50	Прозрачность 20,0 м Цвет VII	10	18-35	6,03	—	
5	12-16	4,56	—		25	18-49	6,05	34,13	Ветер: штиль
10	12-34	4,43	33,31		50	19-19	-0,29	34,31	Сост. моря: зыбь 16.
25	12-52	5,45	33,96		75	19-39	-0,34	34,31	Темпер. возд. 6,8°
27	13-51	4,72	33,96	Ветер: слабый E.	85	20-05	-0,37	—	
28,5	14-12	1,01	33,96	Сост. моря: зыбь 16.					

Элементы течения

Станция 1

18 сентября 1932 г.

 $\varphi = 70^{\circ}33'5'' \text{N}$; $\lambda = 57^{\circ}51' \text{E}$

Общая глубина 109 м

Станция 2

20 сентября 1932 г.

 $\varphi = 70^{\circ}30'5'' \text{N}$; $\lambda = 57^{\circ}58' \text{E}$

Общая глубина 90 м

Глубина м	Время часы, мин.	Скорость м/сек	Направление истинное	Глубина м	Время часы, мин.	Скорость м/сек	Направление истинное
0	10-32	0,56	24	0	10-49	0,42	18
100	11-06	0,27	23	80	11-13	0,30	0
0	11-37	0,93	12	0	11-26	0,47	24
100	12-11	0,27	11	80	11-50	0,16	346
0	12-36	0,94	17	0	12-02	0,53	35
100	13-11	0,24	0	80	12-20	0,18	350
0	14-00	0,88	26	0	12-32	0,56	30
100	14-26	0,33	4	80	12-49	0,18	340
0	14-41	0,73	40	0	13-02	0,59	32
100	15-05	0,32	344	80	13-19	0,18	20
0	15-37	0,62	47	0	13-52	0,56	30
100	16-09	0,32	358	80	14-28	0,24	338
0	16-24	0,50	41	0	14-43	0,59	45
100	16-46	0,38	10	80	15-02	0,18	30
0	17-00	0,38	30	0	15-15	0,56	35
100	17-26	0,27	38	80	15-35	0,16	23
0	18-09	0,44	27	0	15-45	0,53	35
100	18-37	0,16	10	80	16-39	0,18	2
0	18-49	0,32	12	0	16-52	0,38	35
100	19-36	0,23	25	80	17-24	0,11	353
0	20-09	0,32	28	0	17-57	0,27	7
100	20-46	0,21	12	80	18-21	0,08	215
0	21-01	0,50	15	0	18-37	0,13	310
100	21-23	0,16	12	80	19-06	0,18	215
0	21-34	0,53	16	0	19-29	0,18	32
100	21-55	0,16	345	80	19-56	0,13	178
0	22-09	0,68	37	0	20-21	0,18	30
100	22-29	0,16	0	80	20-58	0,11	237
0	22-46	0,62	40	0	21-30	0,38	0
100	23-03	0,34	352	80	21-56	0,11	200
				0	22-30	0,42	8
				80	22-53	0,11	170

Станция 3

22 сентября 1932 г.

 $\varphi = 70^{\circ}28'5\text{N}$; $\lambda = 58^{\circ}08'\text{E}$

Общая глубина 89 м

Глубина м	Время часы, мин.	Скорость м/сек	Направление истинное	Глубина м	Время часы, мин.	Скорость м/сек	Направление истинное
0	7-10	0,50	10	0	14-22	0,88	38
80	8-10	0,42	352	80	14-42	0,21	16
0	8-20	0,88	170	0	14-58	0,84	39
80	8-45	0,18	343	80	15-12	0,21	17
0	8-55	0,88	45	0	15-30	0,76	30
80	9-15	0,21	176	80	15-58	0,21	1
0	9-32	0,68	160	0	16-13	0,62	38
80	10-09	0,13	260	80	16-30	0,56	7
0	10-25	0,70	32	0	16-42	0,64	48
80	10-58	0,13	342	80	17-00	0,50	1
0	11-07	0,82	12	0	17-09	0,73	51
80	11-22	0,13	270	80	17-25	0,50	359
0	11-57	0,88	24	0	17-38	0,44	56
80	11-55	0,18	12	80	17-58	0,53	8
0	12-07	0,88	26	0	18-08	0,44	54
80	12-23	0,18	26	80	18-26	0,44	358
0	12-37	0,88	38	0	18-36	0,47	35
80	12-54	0,24	4	80	18-18	0,38	351
0	13-10	0,84	28	0	19-08	0,59	36
80	13-29	0,30	28	80	19-27	0,30	341
0	13-45	1,40	19				
80	14-05	0,84	11				

и достигают в своих предельных значениях 1,10 м/сек (2,14 узла) для поверхностных течений и 0,52 м/сек в придонном слое.

Преобладающие по всему разрезу северные и северо-восточные течения типичны и для данной станции, но, как видно из табл. 3, в некоторых случаях встречаются также течения обратных южных и юго-западных направлений, указывающие на наличие известные моменты переноса вод Карского моря в Баренцево. Максимальные скорости северных течений, выносящих воды в Карское море, падают примерно на середину отливной полуволны, тогда как течения южных направлений были отмечены нами через два-три часа после полной воды в проливе.

Станция 2 освещает значительно менее деятельность среднюю часть пролива, скорости наблюдавшихся течений по всем горизонтам почти вдвое

Таблица 4

Целые часы относит. момента волной волны в бухте о-ва Б. Воронов		-V	-IV	-III	-II	-I	0	+I	+II	+III	+IV	+V	+VI
0 м	направл.	18	28	42	43	32	25	17	25	18	30	24	14
	скорость м/сек	0,93	0,86	0,70	0,56	0,41	0,41	0,33	0,34	0,48	0,62	0,61	0,87
Станция 1													
100 м	направл.	6	3	350	357	9	10	16	20	12	360	354	10
	скорость м/сек	0,26	0,30	0,32	0,33	0,34	0,22	0,19	0,22	0,19	0,16	0,29	0,29
Станция 2													
0 м	направл.	32	34	39	30	15	354	355	30	12	4	19	29
	скорость м/сек	0,57	0,57	0,56	0,49	0,37	0,24	0,17	0,19	0,30	0,40	0,42	0,50
Станция 3													
80 м	направл.	301	355	13	14	332	269	211	191	225	200	220	351
	скорость м/сек	0,18	0,21	0,19	0,17	0,15	0,08	0,12	0,06	0,11	0,11	0,16	0,21
0 м	направл.	25	34	34	42	52	43	56	103	125	42	19	32
	скорость м/сек	1,10	0,97	0,75	0,64	0,55	0,49	0,62	0,85	0,72	0,70	0,84	0,87
80 м	направл.	19	15	10	4	3	358	341	343	235	290	360	16
	скорость м/сек	0,41	0,50	0,21	0,46	0,52	0,46	0,31	0,18	0,20	0,14	0,15	0,20

Таблица 5

Значения „постоянных“ течений по станциям разреза о-в Б. Воронов—губа Каменка

Станция 1			Станция 2			Станция 3		
Горизонт наблюдения м	„Постоянное“ течение направл.	скорость м/сек	Горизонт наблюдения м	„Постоянное“ течение направл.	скорость м/сек	Горизонт наблюдения м	„Постоянное“ течение направл.	скорость м/сек
0	27	0,60	0	25	0,38	0	47	0,61
100	5	0,27	80	312	0,06	80	359	0,27

в Карское, причем скорости постоянных течений в средней части пролива значительно меньше чем в северной и южной.⁴

Подобный анализ результатов наблюдений, несмотря на свою схематичность, позволяет все же ориентировочно наметить основные черты режима течений пролива. По всем станциям разреза, безусловно преобладающими как по продолжительности действия, так и по скоростям, являются течения северных и северо-восточных направлений, выносящие воды из пролива в Карское море. Сказанное подтверждается, с одной стороны, приведенными ранее значениями элементов постоянных течений, не выходящих по направлению из пределов 312—47° и достигающих при этом весьма значительных скоростей, равных по станции 1 средней арифметической скорости течений, наблюдавшихся на данном горизонте и по другим станциям, близким им (см. табл. 6), с другой стороны, данными табл. 7, указывающей, что по всем станциям разреза течения „положительных“ по результату действия направлений преобладают также и по времени действия.

Течения, в общем направленные из Баренцева моря в Карское, условно обозначены нами „положительными“, а обратные им, принятые „отрицательными“.

Таблица 6

Средние скорости течений, наблюдавшихся по станциям разреза

Станция 1		Станция 2		Станция 3	
Глубина м	Средние скорости течений м/сек	Глубина м	Средние скорости течений м/сек	Глубина м	Средние скорости течений м/сек
0	0,59	0	0,40	0	0,81
100	0,25	80	0,15	80	0,31

Кроме того, приводимые значения средних по горизонту скоростей наблюдавшихся течений позволяют установить, что наиболее деятель-

⁴ Для сопоставления приведем значения постоянных течений в Карских Воротах, вычисленных В. Ю. Визе по данным двух суточных станций, выполненных в августе 1920 г., л/п „Таймыр“:

место станции: $\varphi = 70^{\circ}30' N$; $\lambda = 57^{\circ}41' E$;

постоянное течение: на глубине 2 м $0^{\circ} 0,18$ м/сек;

место станции: $\varphi = 70^{\circ}38' 6 N$; $\lambda = 57^{\circ}39' E$;

постоянное течение: на глубине 2 м $14^{\circ} 0,19$ м/сек.

меньше, чем на станции 3, достигая лишь в моменты наибольших напряжений величины в 0,57 м/сек для поверхности горизонта и 0,21 м/сек для придонного слоя.

Поверхностному течению данной станции, обладающему, в отличие от станции 3, значительной устойчивостью, свойственны лишь северные направления, колеблющиеся на протяжении полусуточной фазы в пределах от 354 до 39°.



Рис. 1. Схематическая карта расположения станций экспедиции в Карские ворота 1932 г.

На станции 1, характеризующей северную половину разреза, но недостаточно приближенную к новоземельскому берегу, для того чтобы освещать состояние прижатых к нему вод, скорости течений весьма значительны, но не достигают величин станции 3 (v_{max} на глубине 0 м — 0,93 м/сек, на глубине 100 м — 0,34 м/сек). Течения на всех горизонтах весьма устойчивы, южные направления отсутствуют. Предельные значения скоростей на поверхности приходятся на середину отлива, максимум скорости в придонном слое наступает в самом начале приливной фазы за час до момента полной воды.

Элементы „постоянных“ течений, вычисленные по средним за полуночную фазу значениям составляющих течений наблюденных, приведены в табл. 5.

Как видно, постоянным течениям по всему проливу свойственны в общем северные направления, чем подтверждается характерное для периода наблюдений преобладание переноса вод Баренцева моря

значительного преобладания западных и юго-западных ветров. Обратное действие восточных и северо-восточных ветров неоднократно указывалось Литке в упоминавшейся уже нами работе.

Что же касается годового распределения ветров, обусловливающих, по высказанному предположению, основные направления течений в проливе, то по наблюдениям на станции "Вайгач" и в среднем за 12 лет (1914—1925 гг.) наибольшая повторяемость ветров северных, северо-восточных и восточных направлений, связанных, очевидно, с "постоянным" течением из Карского моря, приходится на апрель, май, июнь, июль и декабрь, при неустойчивых ветрах с некоторым преобладанием южных и юго-западных направлений в остальное время года.

Температура и соленость

Как уже было сказано, основным моментом динамической жизни пролива в период наблюдений явился перенос вод из Баренцева моря в Карское, нарушающий периодическими воздействиями приливного порядка,

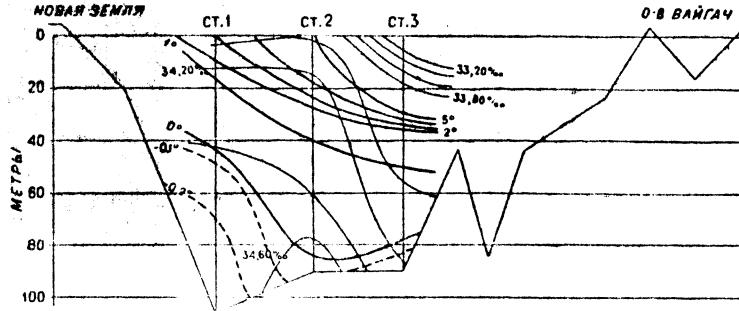


Рис. 3. Карские Ворота. Разрез о-ва Б. Воронов—губа Каменка. Схема распределения температуры и солености по средним значениям за 13 часов наблюдений.

различающимися в обратном направлении; той же схеме следует температурное и солевое состояние пролива, в основном определяемое водами, поступающими из Баренцева моря, и нарушающее в некоторых случаях отдельными вторжениями карских вод.

В дальнейшем изложения мы будем рассматривать отдельно общий температурный и солевой облик пролива и отклонения от него, обусловленные приливо-отливными течениями.

Обработка материала непосредственных наблюдений, имевшая целью выявить характерное для пролива распределение основных гидрологических элементов, вне приливо-отливных влияний, осуществлялась путем вычисления средних за полусуточную фазу значений температуры и солености, отдельно для каждого горизонта каждой станции, а также средних вертикальных температурных градиентов, исчисленных как изменение температуры на 1 м глубины. По вычисленным таким образом величинам были построены изображенные на рис. 3 и 4 схематические поперечные разрезы пролива с нанесенными на них средними за 13 час. изотермами, изогалинами и линиями равных вертикальных температурных градиентов.

Как видно, воды пролива не представляют собой однородной массы и, отличаясь друг от друга в юго-восточной и северо-западной частях его, делят пролив на два различных по общегидрологическому облику района. Воды юго-восточной половины пролива, освещаемые верхними

горизонтами (0—30 м) станции 3, отличаются сравнительно высокими для данного района температурами, в своем среднем значении превышающими $+5^{\circ}$, и меньшими относительно северной части пролива соленостями, лежащими ниже 33,80‰, что в сопоставлении с течениями этого района, малой прозрачностью и цветом воды, выраженным VII—VIII разделом шкалы Фореля-Уле (станция 3, диск на глубине 5 м), резко отличным от цвета вод противолежащей части пролива (станции 1 и 2, IV—V раздел шкалы Фореля-Уле), говорит за то, что здесь мы имеем дело с теплой и относительно легкой водой, поступающей в пролив из северо-восточных районов Печорского моря.

Северо-западная и за исключением поверхности слоя, центральная часть пролива заполнены более плотными и холодными водами (средняя S от 34,00 до 34,60‰, средняя t от $+2$ до $-0,2^{\circ}$), являющимися, вероятно,

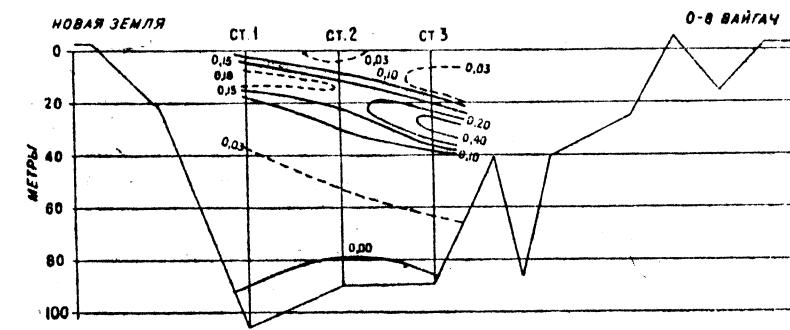


Рис. 4. Карские Ворота. Разрез о-ва Б. Воронов—губа Каменка. Схема распределения вертикальных температурных градиентов по средним значениям за 13 часов наблюдений.

продуктом развивающегося в районе, прилежащем к северной части пролива, перемешивания плотных, но теплых вод атлантического происхождения (температуры до 100 м положительные, солености порядка 34,80‰),¹ выносимых в указанный район одним из отрогов колгуевско-новоземельской ветви мурманского течения, и весьма холодной и соленой воды (температура до -2° и соленость, близкая к 35‰), приносимой с N по глубокому желобу, вытянутому вдоль западного побережья Новой Земли, глубинным течением южного направления, названным Н. М. Книповичем "придонным новоземельским течением". Некоторым подтверждением сказанного может служить сопоставление станций 379 экспедиции Морского научного института, выполненной э/с "Персей" в 1925 г., лежащей у окраины холодного новоземельского течения в районе предполагаемого продолжения колгуевско-новоземельского течения, со станцией,² описываемой экспедицией (ГГИ 1932 г.), расположенной в северной части пролива, обнаруживающих, как видно, известное сходство в общем характере распределения, а также в абсолютных значениях t^o и S‰.

Граница распространения этих вод в поперечном сечении пролива

¹ По данным станций Мурм. научно-пром. экспедиции 1889—1901 гг. на э/с "Андрей Первозванный", экспедиции Гл. гидр. управления 1898—1902 гг. на э/с "Пахтусов" и экспедиции на л/к "Ермак" 1901 г. Н. М. Книпович, Основы гидрологии Европ. ледов. океана.

² Для сравнения приведена серия, выполненная за три часа до полной воды, т. е. в момент наибольшего влияния вод, поступающих со стороны Баренцева моря.

Таблица 7

Продолжительность течений, переносящих воды из Баренцева моря в Карское (приняты положительными) и обратных им (приняты отрицательными) за 12 час. наблюдений

Станция 1		Станция 2			Станция 3		
Глубина м	Продолжитель- ность течений в часах	Глубина м	Продолжитель- ность течений в часах		Глубина м	Продолжитель- ность течений в часах	
			+	-		+	-
0	12	—	—	—	0	12	—
100	12	—	—	—	80	6	6

ными в динамическом отношении являются воды Печорского моря, поданные к северо-восточному побережью Вайгача и отраженные нулевым горизонтом станции 3, где средняя скорость течения является наибольшей по всему разрезу. Средняя часть пролива, освещенная 2-й станцией, напротив, характеризуется меньшими скоростями течений. В придонном горизонте 2-й станции наибольшего по всему проливу развития достигает течение из Карского моря (приливное), занимающее почти все время от малой до полной воды. Перенос вод в районе 1-й станции носит весьма устойчивый характер, скорости постоянных течений достигают здесь своих максимальных значений, влияние приливо-отливных факторов почти не оказывается на направлениях течения, заметно отражаясь в распределении скоростей во времени в сторону увеличения таковых во время отлива и обратно. Для иллюстрации приведем средние значения скоростей раздельно за отливной и приливной периоды по горизонтам станции.

Поверхностное течение

Прилив от — II до + III час.

Средн. $v = 0,44$ м/сек

Отлив от + IV до — III

Средн. $v = 0,76$

Течение на глубине 100 м

Прилив от — II до + III час.

Средн. $v = 0,25$ м/сек

Отлив от + IV до — III

Средн. $v = 0,27$

Для выявления характера и степени развития в проливе приливо-отливных течений, как бы заглушенных постоянным течением и потому весьма неясно намеченных в непосредственных наблюдениях, такие были теоретически выделены из элементов суммарных по существу непосредственно наблюдавшихся течений.

Приливо-отливные течения, также приведенные к целым часам относительно момента полной воды в бухте о-ва Воронова, приведены в табл. 8.

На рис. 2 изображен полусуточный ход вычисленных приливо-отливных течений, в поверхностном слое пролива, причем на чертеже вектора, направленные вверх по отношению к направлению разреза, выражают отливное течение из Баренцева моря в Карское и обратно, вектора, направленные вниз, соответствуют приливному течению, направленному из Карского моря в Баренцево. Кривая скоростей построена по проекциям векторов течения на направление, нормальное к разрезу.

Как видно, круговой цикл приливо-отливных течений, в общем ясно намеченный по всему проливу, особой правильностью не отличается; почти во всех случаях изменение направлений протекает неравномерно, часто нарушаясь сбоями, высказывающими из общего цикла направлениями.

Таблица 8

Скорости и направления вычисленных приливо-отливных течений по станциям разреза о-ва Б. Воронов — губа Каменка

Целые часы относит. момента полной воды в бухте о-ва Б. Воронов		—V	—IV	—III	—II	—I	0	+I	+II	+III	+IV	+V	+VI
Станция 1	0 м	направл.	5	36	93	132	192	208	217	205	236	79	344
	скорость м/сек	0,36	0,27	0,21	0,17	0,18	0,17	0,27	0,25	0,13	0,05	0,03	0,33
Станция 2	100 м	направл.	61	353	310	332	22	156	157	132	165	193	302
	скорость м/сек	0,01	0,04	0,10	0,08	0,09	0,04	0,08	0,07	0,07	0,10	0,06	0,04
Станция 3	0 м	направл.	50	56	69	53	270	236	223	198	235	289	338
	скорость м/сек	0,20	0,21	0,22	0,12	0,06	0,22	0,25	0,20	0,11	0,13	0,04	0,12
Станция 3	80 м	направл.	294	11	34	37	345	216	185	160	194	176	197
	скорость м/сек	0,12	0,17	0,17	0,15	0,09	0,06	0,15	0,11	0,13	0,15	0,18	0,17

На станциях 1 и 2 по всем горизонтам вращение течений проходит в общем по часовой стрелке, на станции 3, напротив, поворот течений идет обратно часовой стрелке. Вращение течений в придонном слое всех станций отличается наибольшей несистематичностью и неправильностью, что, вероятно, является следствием влияния отраженных скоростей, значительных благодаря близости дна.

Скорости приливо-отливных течений северо-западной и средней частей пролива (станции 1 и 2) в общем незначительны и не превышают 0,36 м/сек, тогда как станция 3, напротив, отличается весьма большими скоростями, достигающими на поверхности величины в 0,87 м/сек (1,69 узла), причем это относительное превышение скоростей характерно для всех горизонтов станции. Подобное увеличение скоростей в районе станции 3 обусловлено, вероятно, близостью ее к прибрежной полосе о-ва Вайгач, характерной, с одной стороны, относительно меньшими глубинами и, с другой—чрезвычайно изменчивым рельефом дна, обилием банок, камней и мелких островков, создающих в силу раздробления приливной волны благоприятные условия для развития приливо-отливных течений повышенной интенсивности (см. табл. 9).

Таблица 9

Значения средних скоростей вычисленных приливо-отливных течений по станциям разреза

Станция 1		Станция 2		Станция 3	
Глубина м	Средние скорости течений м/сек	Глубина м	Средние скорости течений м/сек	Глубина м	Средние скорости течений м/сек
0	0,20	0	0,16	0	0,33
100	0,07	80	0,14	80	0,19

Смена приливного течения (вычисленного) на отливное происходит почти одновременно по всему проливу, через три-четыре часа после полной воды. Смена отливного течения приливным не связана определенно с одним моментом и происходит в разное время, в общих пределах от —III до —I часа, чем и вызывается разная продолжительность приливных и отливных течений на соответственных горизонтах станций разреза. На обоих рассматриваемых горизонтах станции 2 и в придонном горизонте станции 3 течения распределены по времени равномерно, продолжаясь каждое около 6 час., во всех же остальных случаях приливное течение имеет меньшую продолжительность (5 часов) за счет большего развития отливного (7 часов).

Говоря о смене приливо-отливных течений, необходимо указать, что таковая происходит почти во всех случаях без уменьшения скорости до нуля, а в придонных слоях и вообще без заметного падения скорости. Очевидно, что течения в момент смены их направлены поперец пролива.

В заключение обзора результатов обработки наблюдений над течениями необходимо отметить, что основным моментом режима течений пролива в период исследований явилось весьма ярко выраженное преобладание переноса вод Баренцева моря в Карское море над обратным ему, возникающим в моменты наибольшего развития приливных течений лишь в южной половине пролива и в придонных слоях его центральной части.

Никаких данных, говорящих за существование под новоземельским берегом постоянного холодного течения из Карского моря, предпо-

лагаемого рядом исследователей, в наблюдениях 1932 г. обнаружено не было.

Вопрос о течениях в Карских Воротах, представляя весьма значительный интерес в навигационном отношении и являясь в то же время решающим в оценке гидрологического режима как самого пролива, так и сопряженных с ним районов Баренцева и Карского морей, неоднократно привлекал к себе внимание, но, за отсутствием систематических наблюдений над течениями в проливе, все имеющиеся по этому поводу высказывания носят сугубо предположительный характер и в основном сводятся к следующему. Ф. Литке, описывая свое четырехкратное путешествие к берегам Новой Земли в 1821—1825 гг.,¹ не раз упоминает о наблюдавшемся им близ западного побережья южного о-ва Новой Земли сильном течении на NW, причиной которого, по его мнению, является возникающий в Карских Воротах при северных и северо-восточных ветрах вынос вод Карского моря в Баренцево, устремляющихся далее „параллельно направлению берега Новой Земли к NW“. Следует особо указать, что во всех отмечаемых случаях автор не придавал наблюденным течениям значения постоянных, относя их главным образом за счет действия определенных ветров. Что касается течений в самом проливе, то относительно таковых в работе Литке мы находим лишь одно замечание, а именно: „Лавировка наша не могла служить к определению ширины пролива по причине сильных течений, кои носили нас по разным направлениям без всякой видимой правильности“ (стр. 131, ч. II). Здесь, очевидно, идет речь о весьма сильных приливо-отливных течениях.

¹ Ф. Литке. Четырехкратное путешествие в Северный ледовитый океан, совершенное по повелению императора Александра I на военном бриге „Новая Земля“ в 1821, 1822, 1823, 1824 гг., I и II части, СПб., 1828.

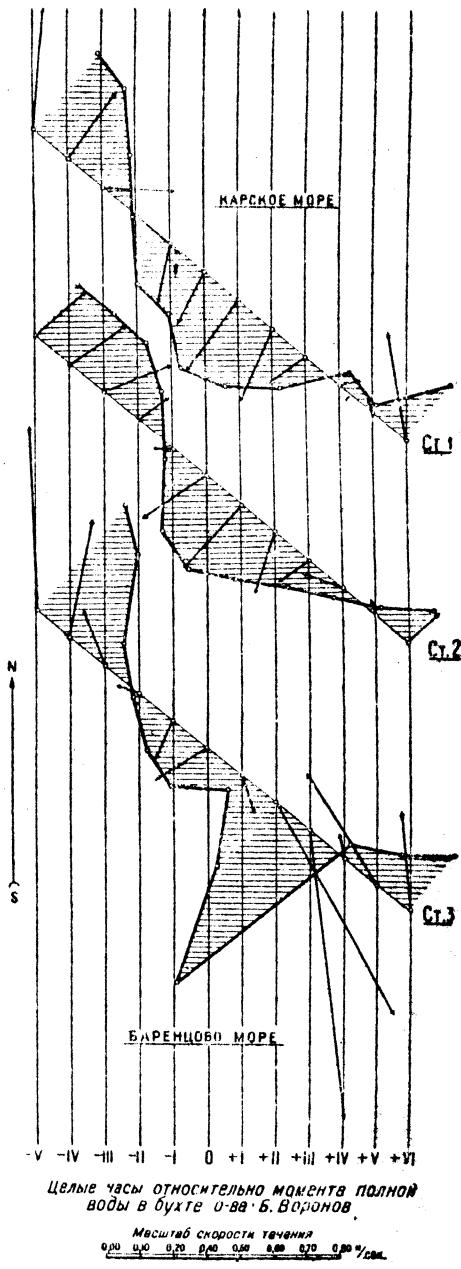


Рис. 2. Полусуточный ход вычисленных приливо-отливных течений в поверхностном слое прилива, по станциям разреза о-ва Б. Воронов—губа Каменка.

чениях в проливе, достигающих иногда и по нашим наблюдениям скорости до $2\frac{1}{2}$, узлов. Это замечание также ничего не говорит в пользу какого-либо постоянного течения в проливе, а скорей, напротив, указывает на чрезвычайную неустойчивость свойственных ему течений.

Высказанное Литке мнение о происхождении холодного течения из Карских Ворот, замеченного у западного побережья Новой Земли и названного впоследствии Нансеном „течением Литке”, поддерживалось позднее Миддендорфом¹ а также Петерманом в статье, основанной на материалах, собранных норвежскими промысловыми судами.² В опубликованной в 1901 г. „Океанографии Северного полярного бассейна”³ Нансен склонен считать течение Литке входящим через Карские Ворота, не отмечая, однако, возможности противоположного направления и указывая, с другой стороны, что значительное накопление береговых вод в юго-восточной части Мурманского моря может вызвать в проливе течение на Е. Наблюдения над течениями, выполненные в 1901—1902 гг. судном Мурманской научно-промышленной экспедиции „Андрей Первозванный”⁴ в районе южной части течения Литке, отметившие как северные, так и южные направления поверхностных течений, не дали никакого материала для суждения о преобладающем направлении последнего. Резюмируя весь имеющийся материал, Н. М. Книпович приходит к заключению, что вынос карских вод через Карские Ворота происходит „временно, частью, может быть и постоянно”, что, впрочем, не мешает автору полагать течение Литке начинающимся из „Карского моря через Карские Ворота”. Холодное течение из Карских Ворот в Баренцево море помечено и на карте течений Баренцева моря, составленной Г. Гебелем и Л. Брейтфусом по данным Мурманской научно-промышленной экспедиции, а также на схеме осей поверхностных течений, составленной В. Ю. Визе по данным многолетних наблюдений над поверхностными температурами (для июля, августа и сентября).

Наблюдения над течениями в Карских Воротах, выполненные в августе 1920 г. экспедицией Главного гидрографического управления на э/с „Таймыр” и опубликованные В. Ю. Визе в выпуске 6 „Материалов по изучению Арктики” (1934 г.), показали в общем преобладание расхода из Баренцева моря в Карское. Постоянное течение обратного направления наблюдалось только на глубине в 25 и 50 м станции, освещавшей среднюю часть пролива и расположенной близ станции 2 экспедиции 1932 г.

Проф. А. И. Россолимо в работе по гидрологии Печорского моря⁵ принимает холодное течение из Карских Ворот в Баренцево море определенно существующим при возможных зимою обратных движениях верхних слоев воды.

В статье В. В. Тимонова,⁶ излагающей результаты предварительной обработки материалов, собранных экспедициями института в 1925 и 1927 гг., также высказано предположение о возможности существования под новоземельским берегом постоянного течения из Карского моря. Предположение это основано Тимоновым на том, что по наблюдениям 1927 г. на станции 164 (примерно совпадающей по положению со станцией 1

¹ А. Ф. Миддендорф. Гольфстрим к востоку от Нордкапа. Записки Имп. Ак. Наук, т. IV, 1871.

² А. Петерманн. Die Erschließungen eines Theiles der nördlichen Eismeeres durch die Fahrten und Beobachtungen der norwegischen Seefahrer Torkildsen, Ulve, Mack, Qvæle und Nedrevaag im Karischen Meere. 1870.

³ Fridtjof Nansen. The Oceanography of the North Polar Basin.

⁴ Н. М. Книпович. Основы гидрологии Северного ледовитого океана. 1906.

⁵ А. И. Россолимо. К гидрологии Баренцева моря. Печорское море. Труды Морск. научн. ин-та, т. III, вып. I.

⁶ В. В. Тимонов. Предварительное сообщение о гидрологических работах Новоzemельской экспедиции в 1925 и 1927 гг. Труды Ин-та по изучению Севера, вып. 40, 1929 г.

1932 г.) приливной оборот был выражен несколько сильнее, чем на других станциях, что, как видим, противоречит результатам наших наблюдений, так как по материалам 1932 г. именно первая станция имеет наибольшие значения постоянных течений в общем северных направлений и коэффициенты устойчивости K , выведенные как отношения средней арифметической скорости течений, наблюдавшихся на данной станции, к скорости постоянного течения, по всем горизонтам равными единице. Наблюдения, выполненные в Карских Воротах в том же 1927 г. экспедицией Гос. океанографического института на э/с „Персей” и обработанные В. А. Васнецовым,¹ напротив, в итоге говорят за наличие в северной части пролива течения, направленного в Карское море, сближаясь в этом отношении с нашими наблюдениями.

Изменчивость и неустойчивость течений в проливе, очевидные из приведенного материала, особенно наглядно проявились во взаимообратных направлениях дрейфа через пролив судов, затертых льдами. Так, в ноябре 1862 г. шхуна экспедиции Круzenштерна „Ермак” была вынесена проливом в Карское море. В конце августа 1882 г. судно голландской экспедиции „Варна”, затертое льдами около западного входа в пролив, в одни сутки вынесло в Карское море. 26 сентября 1883 г. судно датской экспедиции „Димфна”, зимовавшее в Карском море, вынесло проливом по западной стороне Карских Ворот. В середине августа 1907 г. бельгийское экспедиционное судно „Belgica” также было вынесено проливом в Баренцево море и, наконец, в 1920 г. л/п „Соловей Будимирович”, затертый около Св. Носа Тиманского, 16 февраля оказался в Карском море, прорывавшись с большой скоростью через пролив.

Таким образом видно, что все имеющиеся данные о течениях в Карских Воротах крайне противоречивы и не позволяют сделать какого-либо определенного заключения о направлении постоянного течения в проливе, указывая с несомненностью только на то, что наблюдавшийся в 1932 г. перенос вод Баренцева моря в Карское явился лишь частным моментом весьма сложной и многообразной схемы течений, свойственной проливу и определяемой, вероятно, главным образом режимом ветров данного района.

Зависимость течений от ветра может быть обстоятельно изучена только в результате длительных и тщательных наблюдений над ветром и течениями в проливе, предварительно же можно наметить ее в следующем виде. Устойчивые ветры юго-западных и западных румбов вызывают, очевидно, в проливе постоянное для данного времени течение из Баренцева моря, тогда как северные и восточные ветры связаны с обратным направлением течений. В некоторое подтверждение сказанного можно привести следующие данные: дрейф л/п „Соловей Будимирович” протекал в обстановке преобладающих южных и юго-западных ветров; наблюдения над течениями, выполненные в августе 1920 г. э/с Главного гидрографического управления „Таймыр” и обнаружившие, как уже было указано, преобладание переноса вод Баренцева моря в Карское, пришли на время с наибольшей повторяемостью западных и юго-западных ветров, при весьма значительных также юго-восточных ветрах. Работы экспедиции ГОИНа на э/с „Персей” в сентябре 1927 г. и работы экспедиции Института по изучению Севера на л/м б. „Эльдинг” в августе того же 1927 г., отметившие скорее незначительное преобладание расхода в Карское море, охватили период преобладающих западных, северо-западных и северо-восточных ветров. Работы описываемой экспедиции, отметившие постоянное течение из Баренцева моря, также протекали в условиях

¹ В. А. Васнецов. К гидрологии Карского моря. Труды Гос. океаногр. ин-та, т. I, вып. 2—3.

Таблица 10

"Персей"			"Североид № 5"		
Ст. 379 ($\varphi = 70^{\circ}10' N; \lambda = 55^{\circ}00' E$; 18/IX 1925 г.; общая глубина 120 м)			Ст. 1 ($\varphi = 70^{\circ}31'5 N; \lambda = 57^{\circ}51' E$; 18/IX 1932 г.; общая глубина 109 м)		
Глубина м	$t^{\circ} C$	$S^{0/00}$	Глубина м	$t^{\circ} C$	$S^{0/00}$
0	+6,15	31,71	0	+4,6	33,93
10	+6,22	32,34	10	+1,45	34,22
25	+5,22	34,07	25	+0,54	34,31
50	-0,41	34,20	50	+0,17	34,40
100	-0,72	34,45	100	-0,35	34,49
115	-0,94	34,60			

четко намечается на всех приведенных выше разрезах, выражаясь в схеме распределения средних температур согласно расположенной группой изотерм от 2 до 5°, разбросанно проходящих (как видно из рис. 3) в поверхностном слое района первой станции и опускающихся на глубину с одновременным сближением между собой по мере приближения к Вайгачу. Подобное "распыливание" границы в верхних горизонтах обусловлено более интенсивным перемешиванием, свойственным приповерхностным водам.

Характер раздела вод по температуре особенно хорошо выявлен разрезом средних за сутки вертикальных градиентов температуры (рис. 4), обозначающим здесь линиями равных вертикальных градиентов в 0,15°, не только разделяющими отличные воды южной и северной половины пролива, но и намечающими, примерно, ширину промежуточной полосы, температура и соленость которой являются продуктом усиленного перемешивания, естественно развивающегося по фронту соприкосновения столь различных вод.

Средние значения соленостей подтверждают изогалиной в 34,00% описанную выше схему раздела пролива.

Из изложенного можно заключить, что печорские воды вступают в пролив прижатыми к берегу Вайгача. Объясняется это, с одной стороны, влиянием силы Кориолиса, отклоняющей более легкие воды при их перемещении из Баренцева моря в Карское к правому (южному) берегу пролива, и с другой — оттесняющим влиянием массы плотных вод, поступающих в пролив с W. При дальнейшем продвижении вод в проливе образуется растекание печенских вод по плотным водам северной части пролива, благодаря которому печенские воды, распространяясь почти по всей поверхности пролива, достигают уже более близкого к Новой Земле района станции 1. Своеобразное распределение приновоземельских вод, распространяющихся к Вайгачу с некоторым возрастанием глубины погружения, вызвано тем же развивающимся в поверхностном слое пролива торжением теплых вод в его северо-восточную часть. Подобное явление, определяемое в основном значительной разностью плотностей проносимых проливом разнородных вод, несколько обостряется еще тем, что в силу постоянного за время наблюдений перемещения вод пролива в Карское море уровенная поверхность пролива, под влиянием отклоняющей силы вращения земли, располагалась наклонно с паде-

нием от Вайгача к Новой Земле. Разность высот средних уровней правого и левого берегов пролива, определяющая собой величину наклона уровней поверхности, вычисленная по формуле $\Delta h = \frac{2W \cdot V \cdot L \cdot \sin \varphi}{g}$ при средней скорости постоянного течения, принятой равной для поверхностного слоя 0,5 м/сек., оказалась, равной 38 см, т. е. весьма значительной в условиях пролива величиной, способной частично обусловить отмеченное нами стекание Печорских вод к NW.

Среднее за полусуточный период вертикальное распределение температуры и солености по станциям разреза (рис. 5) позволяет несколько уточнить описанную выше схему распределения вод в проливе.

Наибольшего развития воды Печорского моря достигают на станции 3, распространяясь здесь почти до глубины в 30 м и достигая в поверхностном горизонте средней температуры в +5°,8 при солености, равной 33,00%. Пограничным на этой станции является слой от 25 до 35 м,

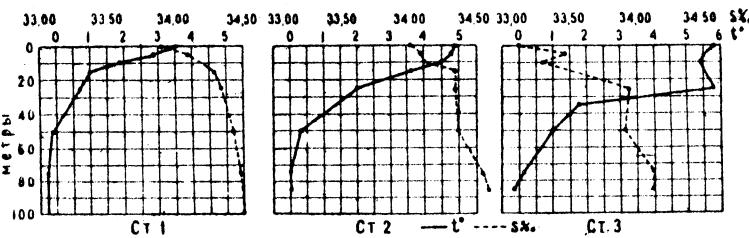


Рис. 5. Вертикальное распределение температуры и солености на станциях разреза о-ва Б. Воронов—губа Каменка по средним значениям за 13 час. наблюдений.

характеризующийся резким падением температуры, достигающей на 10 м глубины величины в 4°,4, и соответствующим повышением солености, несколько опережающим по глубине скачок температуры. Граница глубинного распространения теплых вод на станции 2, намеченная весьма неясно в силу более плавного изменения температуры и солености, оказывается уже на значительно меньшей глубине, примерно, отвечающей 20-метровому горизонту, причем как средние температуры, так и солености верхних горизонтов станции отличаются от соответственных им по станции 3 в сторону несколько меньшей прогретости (среднюю температуру на поверхности +4°,9) и соответственно меньшей опресненности (средняя соленость 34,00%).

Станция 1 только приповерхностными горизонтами от 0 до 5 м отражает воды Печорского моря, охлажденные здесь на поверхности до +3°,5.

Распределение по станциям разреза глубины наибольших средних вертикальных градиентов температуры, выражаящих, очевидно, зону раздела вод южной и северной половин пролива, показано в табл. 11.

Последовательность как температурной, так и солевой стратификации на станциях 1 и 2 и отсутствие таковой на станции 3 можно объяснить перемешивающим влиянием приливо-отливных течений, особо развитых в южной части пролива, прилежащей к району станции 3, и отсутствующих практически в верхних горизонтах станций 1 и 2.

¹ Разность уровней Δh вычислялась при величинах принятых: угловая скорость вращения земли $W=0,000729$, ширина пролива $L=29$ миль, ускорение силы тяжести $g=0,8$ м/сек. II. Зубов. Элементарное учение о приливах в море, стр. 48.

Таблица 11

Станция 1		Станция 2		Станция 3	
Слой	Величина наиб. по станции ср. вертикальн. гра- диента темпера- туры	Слой	Величина наиб. по станции ср. вертикальн. гра- диента темпера- туры	Слой	Величина наиб. по станции ср. вертикальн. гра- диента темпера- туры
5—10 м	0°,18	10—15 м	0°,18	25—35 м	0°,41

Преобладающие по всем станциям разреза плотные и относительно холодные воды, происхождение которых было указано выше, отличаются весьма постепенным изменением температуры и солености с глубиной, происходящим по всему проливу в общем в одних пределах. Придонным горизонтам свойственны температуры порядка 0° и солености до 34,60%₀₀ в среднем их значении. Наиболее холодным является придонный горизонт станции 1, где средняя за полусуточный период температура равна —0°,25, тогда как средняя температура придонного горизонта станции 2 лежит несколько выше 0° (+0°,02). Причина этого, вероятно, заключается в том, что как-раз придонный горизонт станции 2 характерен наиболее продолжительным по разрезу приливным течением.

Переходя к описанию колебаний в распределении гидрологических элементов пролива, обусловленных приливо-отливными течениями, следует еще раз указать, что кратковременность рассматриваемых наблюдений и недостаточный охват станциями сечения пролива не позволяют полностью осветить картину развития приливной волны в проливе и всей суммы обусловленных ею гидрологических явлений. Дальнейшие замечания следует рассматривать как ориентировочную схему, позволяющую установить лишь характер зависимости от фаз прилива температурного и солевого состояния пролива.

Для наиболее полного выявления суточного хода температуры и солености таковые приводились путем специальной обработки¹ к средним часам водного времени, рассчитанного относительно момента полной воды в бухте о-ва Б. Воронова. Вычисления производились с точностью до 0°,05 и 0,02%₀₀.

Окончательные средние величины t^o и S^o_{so} на каждый час относительно момента полной воды в проливе сведены во всем станциям в табл. 12.

Далее по станциям разреза составлялись таблицы средних суточных температур, максимальных отклонений от этих средних амплитуд суточных колебаний температуры и послойных вертикальных температурных градиентов, освещающих в совокупности количественную сторону рассматриваемого вопроса. Составление подобной таблицы для солености было признано нами нецелесообразным, так как вследствие относительной солевой однородности пролива колебания значений солености в их полу-суточном ходе весьма малы (максимальная амплитуда не превышает 0,85%₀₀) и потому не показательны. Общий же ход изменений в солености, как видно из табл. 12, подтверждает заключения, построенные на анализе колебаний температуры.

¹ Способом, аналогичным обработке течений гидрографическим методом.

Рассмотрение табл. 12 и 13 позволяет отметить следующее: характер колебаний средних значений t^o и S^o_{so} по целым часам водного времени особой правильностью не отличается, часто нарушаясь не соответствующими общему циклу отклонениями. Общий же цикл намечается в следующей схеме: для горизонтов, освещдающих воды южной половины пролива (т. е., как уже было сказано, воды, происходящие из Печорского моря), время развития приливного течения, отвечающее в большинстве случаев промежутку от —III до +II час, связано с падением температуры и некоторым очень слабо намеченным падением солености. Колебания такого вида отвечают горизонты 0, 10 и 25 м станции 3, 0 и 10 м станции 2 и 0 м станции 1 (выделены в таблицах рамкой). Следует еще раз напомнить, что далеко не во всех случаях приливное течение преодолевает сопротивление „постоянного“ течения и обуславливает поворот наблюдавшихся течений в сторону Баренцева моря; чаще приливной период выражается лишь в уменьшении скоростей „постоянного“ течения, присущего данному горизонту. В случаях же действительного поворота наблюдавшихся течений в сторону Баренцева моря указанный эффект должен несколько обостряться, что, впрочем, не усматривается из данных табл. 12, так как значения t^o и S^o_{so} на каждый час водного времени сняты с кривых, построенных по данным полевых наблюдений, разделенных по времени слишком большими промежутками, равными в среднем $2\frac{1}{2}$ час. Таким образом в самих кривых значения градиентов по времени выражены в осредненном, за время между наблюдениями, виде и предполагаемое увеличение таковых в часы течений, направленных в Баренцево море, в силу малой их продолжительности в данных таблицах не отразились. Развитие отливных течений и соответственное увеличение скоростей течений, направленных в Карское море, наоборот, вызывают в водах южной части пролива повышение значений температуры и солености. Исключением является поверхностный слой первой станции, в котором в этот момент относительно прогретые воды вытесняются холодными водами, поступающими с NW.

Что же касается горизонтов, освещдающих воды, характерные для приновоземельской половины пролива и глубинных слоев его центральной части, то здесь в приливный период намечается повышение t^o , сопряженное с падением солености, при обратном изменении в значениях t^o и S^o_{so} за время отлива.

Причины подобного различия в схеме полусуточного хода колебаний t^o и S^o_{so} усматриваются нами в следующем. Развитие приливных течений, создающее хотя и непродолжительный, но все же ясно ощущимый по своему воздействию приток в район станции разреза карских вод и вызывающее падение скорости „постоянного“ течения, приносящего в пролив воды Баренцева моря, обуславливает, как уже было сказано, падение температуры и солености в зоне распространения вод Печорского моря, происходящее как в силу охлаждающего и относительно опресняющего влияния более холодных и менее плотных вод Карского моря, так и в силу понижения интенсивности притока теплых и относительно плотных вод, свойственных южной части пролива. В более холодных и соленых водах, наполняющих северо-западную часть пролива и глубинные горизонты его центральной части, та же сумма воздействий, создаваемых приливными течениями, вызывает уже несколько иной эффект: воды прилежащей к проливу части Карского моря оказываются по отношению к этим водам несколько более теплыми и пресными, с вытекающим отсюда повышением температуры и некоторым весьма слабо намеченным падением солености на всех соответствующих горизонтах во время прилива. Отливной период, напротив, характерен максимальным напряжением притока в пролив вод Баренцева моря и соответствующим падением

Таблица 12

Полусуточный ход колебаний температуры и солености по станциям разреза о-в Б. Воронов—губа Кименка

Станция 1 ($\varphi = 70^{\circ}33,5' \text{N}$; $\lambda = 57^{\circ}51' \text{E}$; общая глубина—109 м)

Время от мом. П. В. у о-ва Б. Воронова		—V	—IV	—III	—II	—I	0	+ I	+ II	+ III	+ IV	+ V	+ VI
0 м		3,60	4,30	3,95	3,90	4,10	4,17	4,50	2,20	1,75	1,50	2,20	—
10 м		—	—	34,03	34,02	33,95	33,87	—	—	—	—	—	—
25 м		1,20	1,30	1,70	2,30	2,70	2,65	2,25	1,85	1,65	1,35	1,20	34,22
75 м		34,11	34,22	34,17	34,06	33,97	33,99	34,08	34,18	34,26	34,18	32,21	32,21
0 м		0,60	0,60	0,55	0,50	0,50	0,60	0,70	0,80	1,00	0,50	0,55	0,60
10 м		34,45	34,40	34,33	34,27	34,23	34,22	34,22	34,23	34,25	34,49	34,49	34,49
25 м		—0,20	—0,25	—0,30	—0,35	—0,40	—0,35	—0,30	—0,20	—0,15	—0,10	—0,20	—0,20
75 м		34,48	34,49	34,48	34,45	34,40	34,40	34,40	34,42	34,45	34,49	34,49	34,49

Станция 2 ($\varphi = 70^{\circ}30,5' \text{N}$; $\lambda = 57^{\circ}58' \text{E}$; общая глубина—90 м)

Время от мом. П. В. у о-ва Б. Воронова		—V	—IV	—III	—II	—I	0	+ I	+ II	+ III	+ IV	+ V	+ VI
0 м		5,75	5,65	5,05	4,35	4,10	4,15	4,15	—	—	—	—	5,80
10 м		34,31	34,24	34,01	33,81	33,73	33,67	33,65	—	—	—	—	34,33
25 м		5,40	5,25	5,05	4,40	3,85	3,80	3,60	3,40	—	—	—	5,60
75 м		34,42	34,40	34,28	34,03	33,76	33,62	33,65	33,82	—	—	—	34,33
0 м		2,70	2,30	1,95	1,75	1,75	1,55	1,35	1,30	1,35	—	—	3,15
10 м		33,58	34,57	34,56	34,28	33,90	33,83	33,94	34,05	34,10	—	—	34,59
25 м		0,00	—0,05	—0,10	—0,10	0,05	0,00	0,00	0,00	+ 0,05	—	—	—
75 м		34,77	34,81	34,79	34,67	34,57	34,47	34,42	34,40	34,40	—	—	—

Станция 3 ($\varphi = 70^{\circ}28,5' \text{N}$; $\lambda = 58^{\circ}0,8' \text{E}$; общая глубина—89 м)

Время от мом. П. В. у о-ва Б. Воронова		—V	—IV	—III	—II	—I	0	+ I	+ II	+ III	+ IV	+ V	+ VI
0 м		6,05	6,20	6,15	6,05	—	—	—	5,20	5,25	5,35	5,55	5,75
10 м		33,10	3,85	—	—	—	—	—	—	—	32,65	32,53	32,71
25 м		5,10	5,65	6,00	6,15	6,10	—	—	5,15	4,75	4,50	4,45	4,60
75 м		—	—	—	—	—	—	—	34,24	33,10	33,10	33,20	—
0 м		5,50	5,75	5,95	6,00	6,05	—	—	—	5,85	5,70	5,55	5,45
10 м		33,96	33,96	33,96	33,98	34,04	—	—	—	33,75	33,74	33,85	33,94
25 м		0,25	—0,05	—0,05	—0,15	—0,30	—	—	—	0,60	0,60	0,50	0,50
75 м		34,22	34,22	34,24	34,25	34,25	34,28	—	—	34,22	34,22	34,22	34,22

Таблица 13

Элементы полусуточных колебаний температуры на станциях разреза с-в Б. Воронов—губа Каменка

Станция 1				Станция 2				Станция 3				
Глубина м	Средн. суточн. темпер.	Максим. откл. отср. сут. темпер.	Ампли-туда	Глубина м	Средн. суточн. темпер.	Максим. откл. отср. сут. темпер.	Ампли-туда	Глубина м	Средн. суточн. темпер.	Максим. откл. отср. сут. темпер.	Ампли-туда	Средн. градиент по глубине
0	3,5	2,1	3,2	0	4,9	1,0	1,9	0	5,6	0,6	1,0	0,06
5	2,68	1,35	2,57	0,14	4,85	1,08	2,04	5,51	0,95	1,62	0,02	
10	1,87	0,98	1,56	0,18	4,48	1,43	2,72	5,40	0,97	1,67	-0,01	
15	1,00	0,59	1,16	0,18	3,61	1,78	3,08	5,86	0,41	0,60	-0,01	
25	0,70	0,54	0,83	0,08	25	2,04	1,36	35	1,75	2,68	3,81	0,41
50	-0,16	0,09	0,10	0,03	50	0,35	0,23	50	0,44	0,95	1,68	0,05
75	-0,24	0,09	0,26	0,01	75	0,01	0,19	75	0,13	0,49	0,96	0,03
100	-0,25	0,16	0,24	0,00	85	0,02	0,22	85	-0,17	0,32	0,52	0,01

температуры и повышением солености в водах североизападной части пролива, при повышении как температуры, так и солености в толще привайгачских вод.

Рассмотрение данных, приводимых в табл. 13, с одной стороны, указывает, что амплитуды суточных колебаний температуры весьма значительны и достигают заметных величин даже в придонном слое, с другой стороны, обращает на себя внимание то обстоятельство, что максимальные отклонения от средних суточных температур приходятся на горизонтах, ограничивающих слой с наибольшими по станциям вертикальными градиентами температуры, т. е. на горизонтах, наиболее близких к принятой нами линии раздела разнородных вод, характеризующих пролив. Очевидно, глубинное положение этой границы не остается постоянным и претерпевает за сутки некоторые изменения. Полусуточные наблюдения не являются достаточными для анализа этого интересного и сложного явления. Попытка определить зависимость этих изменений от фаз прилива путем анализа суточного хода температур "пограничных" горизонтов и суточных колебаний по глубине наибольших вертикальных градиентов не привела к выявлению какой-либо четкой закономерной связи между ними, но все же нам представляется несомненным, что в дальнейшем причину периодических колебаний в положении линии раздела следует искать в тех внутренних вертикальных колебательных движениях воды, обусловливаемых приливо-отливными течениями, элементы которых намечаются и в наших наблюдениях при общей периодичности полусуточного характера и весьма значительных амплитудах, достигающих 25 м и воз-

растающих с глубиной. Отметим еще, что отливной период, связанный, с одной стороны, с предельным повышением температуры привайгачских вод и, с другой — с охлаждением глубинных и приновоземельских вод, характерен наиболее резким скачком температуры переходного слоя, тогда как прилив, напротив, охлаждая верхние воды и несколько повышая температуру нижних, сглаживает разность температуры по линии их раздела. Особенно заметно это проявляется в условиях станции 3, где, как уже было отмечено, привайгачские воды имеют большее распространение в глубину. Сказанное подтверждается приводимыми значениями вертикальных градиентов температуры переходного слоя, исчисленных для моментов полной и малой воды.

	1 ст.	2 ст.	3 ст.
Полная вода	0,07	0,13	0,25 (в слое 25—50 м)
Малая вода	0,12	0,27	2,47
Слой, м	10—15	10—15	27—28,5

Приливы в Карских Воротах

В августе—сентябре 1933 г.¹ партия Гидрологического института под руководством И. Д. Протопопова, продолжавшая исследовательские работы в Карских Воротах, выполнила в бухте о-ва Б. Воронова полный полумесечный цикл наблюдений над приливо-отливными колебаниями уровня, результаты обработки которого приводятся ниже.

Ежечасные отсчеты по рейке футштока временного типа были начаты с 19 час. 25 августа и закончены в 10 час. 21 сентября, с двумя перерывами 30 августа и 5—6 сентября, вызванными повреждениями установки штурмами. Нули всех реек, по которым производились наблюдения, увязывались двойной нивелировкой с отметкой репера ГГИ 1932 г. Отсчеты, произведенные по рейке № 2, установленной после первого штурма, и по рейке № 3, установленной после перерыва 5—6 сентября, приводились к нулю рейки № 1, имеющей отметку нуля относительно Rp 1932 г. 4,96 м. Для обработки был избран период с 0 час. 1/IХ по 0 час 16/IХ. Перерыв в наблюдениях 5—6 сентября был восстановлен интерполяцией моментов полных и малых вод по времени и по высоте. Наблюдения производились по времени III пояса.

Характер зависимости уровня от ветра предположительно намечается в следующем виде: ветра сектора S—W, дующие в направлении наи-

Таблица 14
Гармонические постоянные для бухты о-ва Б. Воронова по данным 15-суточной серии наблюдений 1933 г.

Волны	M_2	S_2	N_2	K_2	K_1	P_1	O_1	Q_1
Амплитуда H , см.	17,7	6,4	3,5	1,7	7,3	2,4	3,5	0,7
Углы положения K ср. месн. . .	111°	172°	111°	172°	172°	172°	22°	22°

¹ Восьмисуточные наблюдения над приливо-отливными колебаниями уровня, выполненные в бухте о-ва Б. Воронова экспедицией 1932 г., были обработаны методом сравнения в отношении прилива Екатерининской гавани при следующих результатах обработки: поправка времени полных вод—3 час. 12 мин., поправка времени малых вод—3 час. 18 мин., прикладной час. 4 час. 33 мин., коэффициент прилива $K=0,19$.

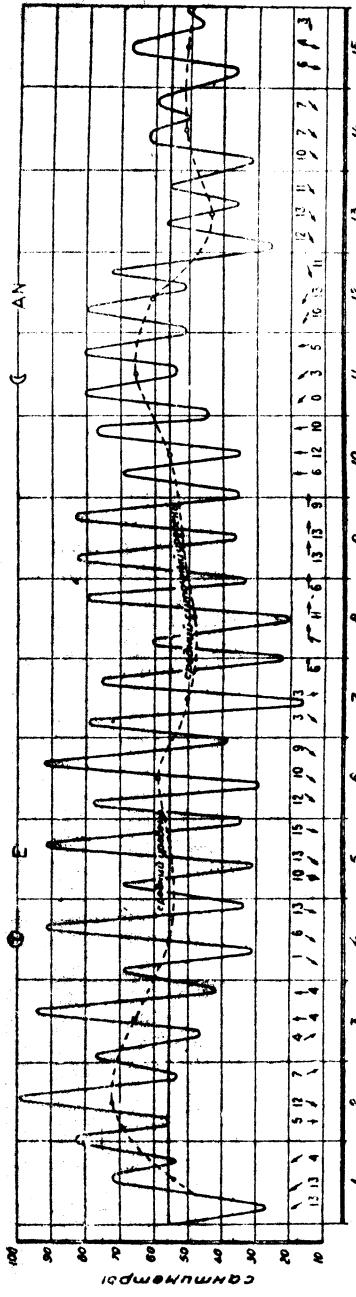


Рис. 6. Схематическая кривая колебаний уровня моря у о-ва Б. Воронова за время с 0 час. 1 сентября по 0 час 16 сентября 1933 г.

большего расхода, нагоняют воду к северному побережью Вайгача, что хорошо видно на примерах 1—3 и 11 сентября. В первом случае нагон, обусловивший превышение среднего суточного уровня над средним, достигающий 16 см, вызван SE ветром, действовавшим 1/IX, во втором случае нагон явился результатом совокупного действия W, S, и SE ветров, имевших место в период с 8/IX по 10/IX. Обратное действие ветров NE и E румбов хорошо подтверждается сгонами 7 и 13 сентября.

Характер колебаний дает право отнести прилив у о-ва Б. Воронова к типу правильных полусуточных с отчетливо выраженным полумесячным неравенством. В условиях сизигии (21 сентября) амплитуда прилива достигает 63 см, а в дни квадратур (11 сентября) уменьшается до 20 см. Средний уровень за время наблюдений оказался равным 56 см.

С кривой прилива, приведенной к нормальному давлению,¹ были сняты ординаты, по которым и составлялась исходная таблица формы "S". Обработка наблюдений гармоническим анализом была выполнена методом Дарвина по таблицам Вс. Бerezкина. Все вычисления выполнялись в две руки. В таблице гармонических постоянных полуамплитуды даны в сантиметрах, а фазы (углы положения K) по среднему местному времени.

Вычисления производились в поясном времени.

Из рассмотрения гармонических постоянных следует, что наибольшей по амплитуде является главная лунная полусуточная волна M_2 . Следующие по значительности: лунно-солнечная, деклинационная волна K_1 и близкая к ней по величине и главная солнечная полусуточная волна S . Наименьшие волны: солнечная суточная P_1 , лунная суточная O_1 и лунная эллиптическая полусуточная N_2 . Особенно малы: лунная эллиптическая суточная волна Q_1 и лунно-солнечная полусуточная волна K_2 .

¹ Обычным для подобных операций путем, т. е. введением поправки в 1,33 см на 1 мм разности давления в момент наблюдения и нормального.

Следует указать, что постоянные волны N_2 получены приближенно, по данным волны M_2 .

Для общей характеристики прилива приводим значения негармонических постоянных, вычисленных по формулам Гарриса.

$$\text{Средний прикладной час прилива } HWI = \frac{K_{M_2}}{28,98} = 3 \text{ ч. } 50 \text{ м.}$$

$$\text{Прикладной час } HWF \text{ and } Ch = \frac{t^*}{15} = 4 \text{ ч. } 19 \text{ м.}$$

Возраст полусуточного прилива = $\tau(S_2; M_2) = 60$ ч.

Возраст суточного прилива = $\tau(O_1; K_1) = 136$ ч.

Час линии одновременного прилива (tidal hour):

для полусуточного прилива = 11,80 ч.

для суточного прилива 2,52 ч.

Средняя амплитуда прилива: $Hn = 37,6$ см.

Средняя амплитуда сизигийского прилива: $Sg = 48,8$ см

Средняя амплитуда квадратурного прилива: $Np = 24,1$ см

Отношения амплитуд приливов:

$$\text{главного лунного и главного солнечного: } \frac{H_{M_2}}{H_{S_2}} = 2,76$$

$$\text{главного суточного и главного полусуточного: } \frac{H_{K_1} + H_{O_1}}{H_{M_2}} = 0,61$$

$$\text{главного параллактического и главного лунного: } \frac{H_{N_2}}{H_{M_2}} = 0,20$$

Отношение сумм амплитуд суточных волн прилива к сумме амплитуд волн

$$\text{полусуточных: } \frac{H_{K_1} + H_{O_1} + H_{P_1} + H_{Q_1}}{H_{M_2} + H_{S_2} + H_{N_2} + H_{K_2}} = 0,47$$

Для проверки полученных значений гармонических постоянных, по ним была вычислена и наложена на наблюденную кривую астрономического прилива на время с 0 час. 5/IX по 12 час. 6/IX при высоте среднего суточного уровня почти совпадающей с высотой среднего уровня периода наблюдений. Как видно, расхождения между теоретической и наблюденной кривой довольно значительны, достигая в своих наибольших значениях 10 см по высоте и 30 мин. по времени, при вполне сходном общем характере кривых.

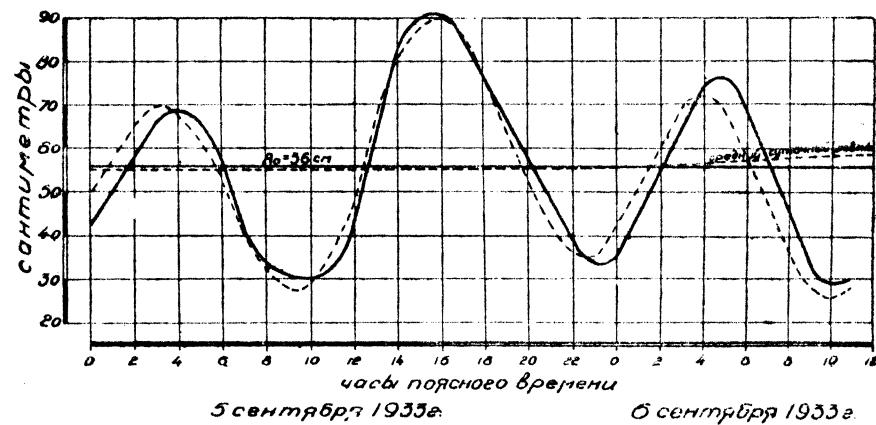


Рис. 7. Приливы в бухте о-ва Б. Воронова. Сопоставление вычисленной и наблюденной кривых прилива.

Таблица 15

Сопоставление элементов прилива Маточкина Шара, Карских Ворот и Югорского Шара

Наименование пункта	Координаты		Год	Название волн												
	φ	λ		M_2	S_2	N_2	K_2	K_1	P_1	Q_1	Q_1	Q_1	Q_1	Q_1	Q_1	
Маточкин Шар (вост. устье)	73°15'	56°15'	1923	15	16	8	3	2	2	1	1	—	—	212	27	15
Карские Ворота (о-в Б. Воронов)	70°21'	58°32'	1933	15	44°	106°	44°	106°	189°	189°	33°	33°	33°	33°	33°	33°
Югорский Шар (вост. устье)	69°49'	60°45'	1920-1921	90	21	9	3	3	6	1	6	—	421	11,6	60	50

Это указывает на то, что гармонические постоянные по восьми вычисленным волнам выражают прилив в бухте о-ва Б. Воронова лишь приближенно. Следует полагать, что эта приближенность обусловлена влиянием побочных волн, получающих заметное значение частично вследствие деформации основных волн малыми глубинами, подходящими к острову, частично за счет исказяющего влияния островов, близких к пункту наблюдения.

Уточнить теоретическую кривую довоычислением волн M_4 , M_6 и MS_4 не удалось, так как двухнедельной серии недостаточно для их выделения.

Сопоставление полученных значений гармонических и негармонических постоянных для о-ва Б. Воронова (Карские Ворота) со значениями тех же величин, вычисленных для восточного устья Югорского Шара и восточного устья Маточкина Шара (см. табл. 15), показывает, что прилив в бухте о-ва Воронова вызывается в основном приливной волной Карского моря и занимает по значениям основных элементов прилива промежуточное место между пунктами восточного побережья Новой Земли и Югорским Шаром.

Влияние баренцевской волны в рассматриваемой части пролива почти не сказывается, что следует из резкого отличия значения прикладного часа, полученного для о-ва Б. Воронова, от прикладных часов пунктов западного побережья Вайгача и южного о-ва Новой Земли, близких в среднем к 10 час.

Общие выводы

Течения. 1. По всему сечению пролива безусловно преобладающими как по времени действия, так и по свойственным им скоростям являются те-

Таблица 16

Формы S^n (непосредственные наблюдения в сантиметрах)

Секунда (число)	1933 г., сентябрь (число)	Поясное время, часы																								Σ_{24}	Средн. суточн. уровень Σ_{24}	
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23			
1	1	58	53	44	36	31	28	26	32	35	41	52	57	64	71	71	71	71	59	56	53	52	55	63	70	75	1 253	52,2
2	2	79	81	81	75	67	59	55	55	56	64	74	84	92	99	91	89	81	71	61	57	52	54	58	65	65	1 700	70,8
3	3	68	71	77	72	68	61	59	52	46	46	53	65	78	86	91	94	90	78	65	54	46	41	42	48	1 551	64,7	
4	4	55	60	65	68	66	58	46	37	33	30	34	45	59	73	82	88	91	80	69	55	46	35	33	37	1 345	55,0	
5	5	42	49	58	64	69	66	58	42	35	31	30	33	41	62	82	90	91	85	76	67	57	48	39	34	1 349	56,2	
6	6	36	45	54	65	74	77	70	58	45	34	29	30	39	54	67	83	92	86	75	65	53	43	38	1 404	58,5		
7	7	39	47	58	68	77	79	75	61	47	30	18	16	19	31	44	58	73	75	74	69	57	48	36	31	1 230	51,2	
8	8	22	32	37	53	60	59	59	55	47	33	24	21	20	28	39	57	69	78	79	78	71	54	41	32	1 148	47,8	
9	9	38	47	51	60	72	78	82	79	71	60	48	39	36	44	48	59	71	82	83	82	79	67	51	41	1 468	61,2	
10	10	37	35	40	49	57	65	68	69	63	58	50	40	36	34	41	48	59	71	74	76	72	60	48	36	1 326	55,2	
11	11	45	44	47	55	64	75	80	75	72	67	61	53	53	54	58	66	76	80	77	74	65	57	55,8	64,9	—		
12	12	51	50	52	55	61	68	75	79	79	74	68	62	58	53	50	51	55	62	72	72	60	54	45	44	1 450	60,4	
13	13	38	26	28	32	36	46	51	54	56	52	51	45	39	37	35	42	48	50	54	55	53	51	44	1 049	43,7		
14	14	41	38	33	30	34	37	42	50	57	59	60	58	58	57	51	49	53	55	56	57	58	55	53	51	1 204	50,2	
15	15	51	49	44	41	35	36	37	41	55	63	66	64	64	64	66	66	55	49	47	46	47	49	50	51	1 214	50,5	
	Σ_{14}	650	678	723	778	832	846	841	800	743	688	659	664	698	785	854	932	988	1 007	976	927	853	773	691	649	—	Средний уровень	
	Σ_{15}	701	727	767	819	867	882	878	841	792	743	722	730	764	849	918	991	1 043	1 023	973	900	822	742	700	—	Средний уровень		
	$\frac{1}{14} \Sigma_{14}$	46,4	48,4	51,6	55,6	59,4	60,4	60,1	57,1	53,1	49,1	47,1	47,4	49,1	56,1	61,0	66,6	70,6	71,9	69,8	66,2	60,9	55,2	49,4	46,4	—	56,2	
	$\frac{1}{15} \Sigma_{15}$	46,7	48,5	51,1	54,6	57,8	58,8	58,5	56,1	52,8	49,5	49,1	48,7	50,9	56,6	61,2	66,1	69,5	70,4	68,2	64,9	60,0	54,8	49,5	46,7	—	56,2	

HYDROLOGISCHE ARBEITEN IN DER KARASTRASSE IM SOMMER 1932 UND 1933

I. V. Maximow

ZUSAMMENFASSUNG

Im Sommer 1932 und 1933 führten die Expeditionen des Staatlichen Hydrologischen Instituts als Fortsetzung früherer Untersuchungen von V. Timonof eine Reihe von hydrologischen Forschungen in der Karastrasse aus. Die Ergebnisse des Studiums des von den erwähnten Expeditionen gesammelten Materials gestatten das folgende grundlegende Schema des hydrologischen Regimes dieser Meeresenge zu entwerfen. Die Strömungen in der Karastrasse zeichnen sich durch ihren äusserst komplizierten und veränderlichen Charakter aus. Die vorherrschende Art ist die durch den Wind erzeugte Strömung; die Gezeitenströmungen spielen in der Karastrasse eine untergeordnete Rolle. Während der Beobachtungen, den ganzen Durchschnitt hindurch, waren die eine N- und NE-Richtung besitzenden Strömungen, welche die Gewässer aus der Barents See, durch die Karastrasse, in das Karische Meer führen, immer vorliegend. Die Geschwindigkeiten der beobachteten summarischen Strömungen erwiesen sich als sehr bedeutend; sie erreichten an der Oberfläche, im südöstlichen Teile der Meeresenge, eine Grösse von 2,12 Knoten. Die Stromgeschwindigkeiten im südlichen Teile der Strasse sind etwas grösser als im nördlichen. Dem mittleren Teile der Karastrasse sind geringe Geschwindigkeiten eigen. Der Flutstrom in dieser Meeresenge ist aus dem Karischen Meer nach der Barents See gerichtet und steht mit der Verminderung der Geschwindigkeit der beobachteten „beständigen“ Strömung in Zusammenhang; der Ebbestrom dagegen, in der Richtung mit der beständigen Strömung zusammenfallend, bedingt die grösste Entwicklung der für die Beobachtungsperiode charakteristischen Wasserzufuhr aus der Barents See in die Karische.

Der Kreislauf der berechneten Gezeitenströmungen zeichnet sich nicht durch besondere Regelmässigkeit aus; der Umlauf der Strömungen, der in den meisten Fällen nach Uhrzeigerlauf stattfindet, wird häufig durch verwirrte, aus dem allgemeinen Kreislauf ausfallende Richtungen gestört. Die Geschwindigkeit der Gezeitenströmungen im nordwestlichen und mittleren Teile der Meeresenge ist im allgemeinen unbedeutend und überschreitet nicht 0,68 Knoten; der südostliche Teil dagegen zeichnet sich durch äusserst grosse Geschwindigkeiten aus, die an der Oberfläche eine Grösse von 2,45 Knoten erreichen.

In Bezug auf Temperatur und Salzhaltigkeit stellen die Gewässer der Karastrasse keine gleichartige Masse dar; sie teilen diese Meeresenge, indem sie sich im östlichen und nordwestlichen Teile voneinander unterscheiden, in zwei, ihrem hydrologischen Wesen nach verschiedene Gebiete. Die durch ihre hohen Temperaturen und verhältnismässig geringe Salzhaltigkeit (die mittlere Temperatur für eine 12-stündliche Phase übersteigt 5°, die mittlere Salzhaltigkeit ist unter 33,80%) charakteristischen Gewässer des südöstlichen Teiles der Meeresenge treten aus dem nordöstlichen Gebiete der Petschora See in die Karastrasse ein. Die nordwestlichen und Tiefenhorizonte der zentralen Teile

der Meeresenge sind mit kalten und dichteren (mittlere Temperatur — von 2 bis zu —0,2; mittlere Salzhaltigkeit von 34,00 bis zu 34,60%), aus dem Westen in die Meeresenge eintretenden Gewässern gefüllt. Die Petschora-Gewässer, die in die Karastrasse, an den Valgatsch geschmiegelt, eintreten, verbreiten sich in ihrem weiteren Verlaufe auf der Oberfläche der Strasse und erreichen ein schon Novaja Semja näherliegendes Gebiet. Die durch die Gezeitenströmungen bedingten Schwankungen der Temperatur- und Salzhaltigkeitswerte finden nach folgendem Schema statt: Die Entwicklung der Flutströmungen bedingt in den Gewässern des südöstlichen Teiles der Meeresenge eine Temperaturabnahme und eine gewisse, nur schwach angedeutete Abnahme des Salzgehaltes, bei Temperaturzunahme und gleichzeitiger Salzgehaltabnahme im Bezirk von Novaja Semja und, mit Ausnahme der Oberflächenschicht, im Zentralteil der Karastrasse.

Der im Durchschnittsgebiete mit der äussersten Abschwächung der Einflüsse des Karischen Meeres in Zusammenhang stehende Ebbestrom erzeugt eine Zunahme der Temperatur und Salzhaltigkeit im südöstlichen Teile der Karastrasse, bei Temperaturabnahme und gleichzeitiger Zunahme an Salzhaltigkeit der Gewässer des nordwestlichen und zentralen Teiles der Meeresenge. Die Amplituden der Tagesschwankungen der Temperatur sind sehr bedeutend und erreichen ihre höchsten Werte (bis zu 3°,81) entlang der Scheidelinie der verschiedenenartigen Gewässer, welche dem nördlichen und südlichen Teile der Strasse eigen sind.

Die Amplituden der Tagesschwankungen des Salzgehaltes übersteigen nicht 0,85%. Die unter Leitung von I. Protopopoff im September 1933 in der Bucht des Ins. Gr. Voronoff ausgeführten Beobachtungen der Gezeitenschwankungen des Wasserspiegels ermöglichen einerseits, nach Bestimmung der Grundelemente, die Zugehörigkeit der Flutwasser am Beobachtungspunkte zu der Flutwelle des Karischen Meeres festzustellen und, anderseits, vorläufig die Ordnung der Abhängigkeit des Höhestandes des mittleren Tagesspiegels vom Winde zu entwerfen, was im Wesentlichen darauf hinausgeht, dass die in der Richtung des grössten Abgangs wehenden Süd- und Westwinde, für die Nordküste von Vaigatsch, bei umgekehrter Wirkung der Nord und Nordostwinde mit Zutreibung von Wassermengen verbunden sind.

ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ РАБОТЫ В ПРОЛИВЕ КАРСКИЕ ВОРОТА ЛЕТОМ 1932 и 1933 гг.

ПРЕДИСЛОВИЕ

В 1925 г. Новоземельской экспедицией Института по изучению Севера были начаты исследования течений и общих гидрологических условий в Карских Воротах. Уже первые три суточные станции, выполненные в проливе в этом году, указали на сложность и изменчивость течений в проливе, в силу чего по предложению В. В. Тимонова, руководившего этими работами, было принято решение о расширении исследований и, в частности, о необходимости повторения наблюдений в течение ряда лет. Это удалось осуществить в 1927 г., повторив те же 3 станции с несколько расширенным комплексом наблюдений. Также и в 1929 г. Новоземельской экспедицией Института Севера, организованной при участии Гос. гидрологического института под руководством В. Тимонова, была сделана попытка произвести работы в Карских Воротах, но из-за льдов пришлось ограничиться гидрологическим разрезом перед входом в пролив.

В 1930 г. Институт по изучению Севера был расформирован с передачей всех гидрологических работ Ленинградскому ихтиологическому институту. По специальному соглашению последнего с Гидрологическим институтом проблема режима Карских Ворот была передана Гидрологическому институту, совместно с которым в том же 1930 г. вновь была проведена Новоземельская экспедиция под руководством сотр. ГГИ М. А. Виркетис. К сожалению, и в этом году льды заставили ограничиться обследованием крайней восточной части Печорского моря. Не оставляя, однако, этой важнейшей проблемы, Гидрологический институт и в 1931 г. использовал попутные возможности, командировав своих сотрудников Н. Н. Гакана и Г. П. Горбунова на л/п „Русанов“, на котором им удалось выполнить сетку станций в прилегающей к проливу части Карского моря. Наконец, в 1932 г. по предложению Морского отдела Гидрологического института проблема водообмена через Карские Ворота была включена в план II Международного полярного года, в соответствии с чем Отделом была проведена в 1932 г. экспедиция, осуществившая работы по разработанной В. Тимоновым программе под руководством Ю. К. Петрова и И. В. Максимова и выполнившая еще раз три полусоточных станции прежних лет.

Была также сделана попытка осветить и второй летний сезон II МПГ — август 1933 г., для чего Гидрологический и Арктический институты заключили специальное соглашение. Однако участие Арктического института отпало, и работы партии Морского отдела Гидрологического института удались лишь в минимальном объеме.

чения N и NE направлений, выносящие через пролив воды Баренцева моря в Карское.

2. Скорости наблюдавшихся течений весьма значительны и достигают на поверхности в юго-восточной части пролива величины в 2,1 узла. Абсолютные значения скоростей течений, наблюдавшихся в южной части пролива, несколько больше, чем в северной, тогда как скорости "постоянных" течений, определенных по данным наблюдений, в северной части пролива несколько больше, чем в южной. Наименьшие скорости как наблюдавшихся, так и "постоянных" течений свойственны средней части пролива.

3. По направлению "постоянное" течение по всем станциям разреза не выходит из пределов 312—47°, скорость его не превышает 1,19 узла.

4. Приливное течение направлено в освещенной разрезом части пролива из Карского моря и связано с уменьшением скорости наблюдавшегося в проливе "постоянного" течения; отливное течение, напротив, совпадая по направлению с "постоянным" течением, обусловливает наибольшее развитие характерного для периода наблюдений переноса вод Баренцева моря в Карское.

5. В северо-западной части пролива приливо-отливные течения почти не сказываются на направлении течений наблюдавшихся, заметно отражаюсь в распределении скоростей по времени. В юго-восточной части пролива, а также на глубине 25 и 80 м средней его части время наибольшего развития приливных течений связано с поворотом течений наблюдавшихся в сторону Баренцева моря. Продолжительность течений южных и юго-западных направлений сравнительно не велика и лишь в своем наибольшем значении достигает 5 час.

6. Круговой цикл вычисленных приливо-отливных течений особой правильностью не отличается, вращение течений, происходящее в большинстве случаев по часовой стрелке, часто нарушается сбоями, выпадающими из общего цикла направлениями. Скорости приливо-отливных течений в северо-западной и средней частях пролива в общем не значительны и не превышают 0,70 узла; юго-восточная часть пролива, напротив, отличается весьма большими скоростями, достигающими на поверхности величины в 1,69 узла.

Температура и соленость. 1. В температурном и солевом отношении воды пролива не представляют собой однородной массы и, отличаясь друг от друга в юго-восточной и северо-западной частях его, делят пролив на два различных по гидрологическому облику района. Воды юго-восточной части пролива, характерные высокими температурами и сравнительно малыми соленостями (средняя за полусуточную фазу температура выше 5°, средняя соленость ниже 33,80‰), поступают в пролив из северо-восточных районов Печорского моря. Северо-западный и глубинные горизонты центральной части пролива заполнены холодными и более плотными водами (средняя температура от 2 до —0,2°, средняя соленость от 34,00 до 34,60‰), поступающими в пролив с W.

2. Печорские воды, вступающие в пролив прижатыми к Вайгачу, при дальнейшем продвижении распространяются по поверхности пролива и достигают уже района, более близкого к Новой Земле.

3. Колебания в значениях температуры и солености, обусловленные приливо-отливными течениями, происходят по следующей схеме.

Развитие приливных течений, связанное с ослаблением характерного для пролива переноса вод Баренцева моря и с соответственным усилением карского влияния, обусловливает в водах юго-восточной части пролива падение температуры и некоторое весьма слабо намеченное падение солености, при повышении температуры и также падении солености в приновоземельской и за исключением поверхностного слоя центральной части пролива.

Отливное течение, обуславливающее наибольшее развитие притока в район разреза баренцевских вод, вызывает повышение температуры и солености в юго-восточной части пролива при падении температуры, сопряженном с повышением солености в водах северо-западной и центральной частей пролива. Амплитуды суточных колебаний температуры весьма значительны и достигают своих наибольших значений (до 3°,81) по линии разделя разнородных вод, свойственных северной и южной половинам пролива. Амплитуды суточных колебаний солености не превышают 0,85‰.

Приливы. Наблюдения над приливо-отливными колебаниями уровня, выполненные в бухте о-ва Б. Воронова в сентябре 1933 г., позволили, с одной стороны, определить основные элементы, установить принадлежность приливов в пункте наблюдений к приливной волне Карского моря, и, с другой, наметить предварительно порядок зависимости высоты стояния среднего суточного уровня от ветра, сводящиеся в основном к тому, что ветры южных и западных румбов, дующие в направлении наибольшего расхода, связанны для северного побережья Вайгача с нагоном при обратном результате действия северных и северо-восточных ветров.

Заканчивая обзор основных результатов обработки материалов экспедиции, необходимо еще раз указать следующее. Сопоставление всех имеющихся в литературе данных по вопросу о преобладающем направлении течения в Карских Воротах приводит к заключению, что основное направление течений в проливе не остается постоянным, изменяясь в соответствии с направлением преобладающих за данное время в районе пролива ветров. Устойчивые ветры южных и западных направлений обуславливают, очевидно, общее для всего пролива "постоянное" течение из Баренцева моря в Карское, и обратно: северные и восточные ветры могут вызвать в проливе, по крайней мере в его северной и средней частях, преобладание течений, выносящих воды Карского моря в Баренцево. Таким образом рассматриваемые в настоящей работе наблюдения, отметившие ясно выраженное по всему сечению пролива "постоянное" течение из Баренцева моря, освещают лишь частный момент весьма сложной и многообразной схемы течений пролива, определяемой главным образом режимом ветров данного района. То же ограничение следует отнести и к изложенным выше основным общегидрологическим выводам, построенным на основании настоящих наблюдений.

Считаю своим долгом выразить благодарность сотруднику Морского отдела Гос. Гидрологического ин-та Вс. Вс. Тимонову за просмотр рукописи и ряд весьма ценных указаний, а также проф. В. Ю. Визе, представившему мне возможность ознакомиться с результатами обработки наблюдений над течениями в Карских Воротах, выполненных в 1920 г. э/с "Таймыр".

Декабрь 1933 г.